

2. Il decibel

L'onda sonora viene trasformata in sensazione uditiva dall'orecchio umano che si compone di tre parti:

- orecchio esterno
- orecchio medio
- orecchio interno.

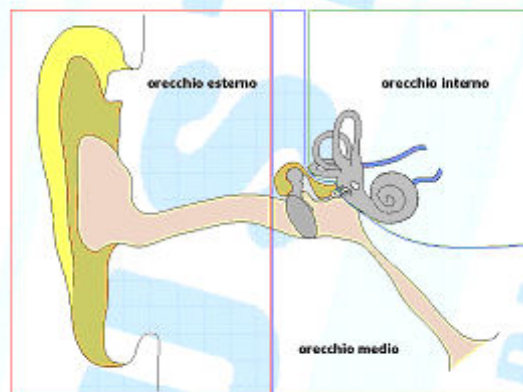
L'*orecchio esterno* è costituito da padiglione auricolare e canale uditivo.

Il *padiglione auricolare* convoglia l'onda sonora all'interno dell'orecchio e, catturandola, fornisce la direzione di incidenza. Grazie ad esso comprendiamo da dove arriva il suono.

Dopo essere stata convogliata, la perturbazione sonora continua nel canale uditivo che, per la sua particolare conformazione, "amplifica" le frequenze attorno a 2000-3000 Hz (frequenze presenti nella voce umana) e lascia tutte le altre, maggiori o minori, "invariate".

L'*orecchio medio* è formato dal timpano, dagli ossicini e dalla finestra ovale che provvedono ad amplificare il suono fino a 90 volte.

L'*orecchio interno* trasforma l'onda sonora in impulsi nervosi poi inviati al cervello. Il cervello sente, l'orecchio gestisce.



L'orecchio umano è in grado di percepire variazioni di pressione sonora comprese fra 20 micro Pascal (soglia d'udibilità) e 200 Pascal (soglia del dolore).

È stato dimostrato che, raddoppiando la pressione emessa da una sorgente, non ne consegue un raddoppio della sensazione sonora all'orecchio.

L'orecchio infatti non reagisce come ci aspetteremmo, ma "sente" secondo la sua particolare conformazione.

Fu A. Bell (1847-1922) a codificare la relazione numerica esistente tra pressione sonora e sensazione uditiva. Egli stabilì che la sensazione sonora viene percepita raddoppiata se la pressione sonora aumenta di un fattore pari a $\sqrt{10}$. Per tale ragione si introdusse una nuova indicazione di misura: *il Bel*.

Tra rumore emesso e rumore percepito non esiste quindi un legame di tipo lineare, ma di tipo logaritmico.

Un Bel rappresenta il logaritmo del rapporto tra una grandezza (X) ed una relativa grandezza di riferimento (X_0).

Per utilizzare una scala di misura di dimensioni più gestibili dal *Bel* si passò al *deciBel* (ossia ad una scala di valori pari a 0.1 *Bel*).

$$10 \cdot \log \left(\frac{X}{X_0} \right) \xrightarrow{\text{BEL}}$$

deciBEL

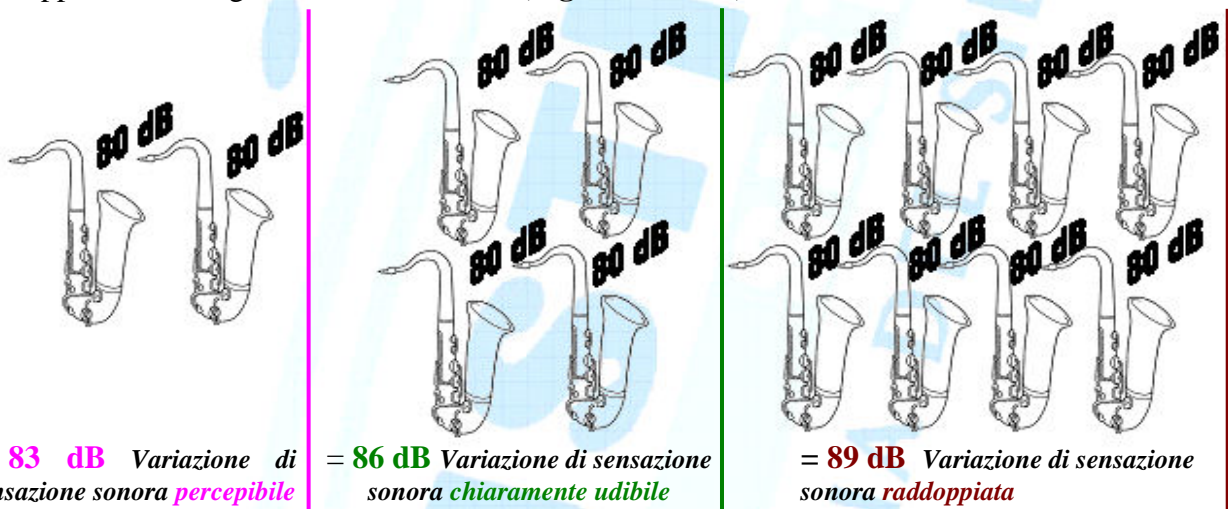
Il *decibel* (dB) è un numero puro e NON un'unità di misura poiché è ottenuto dal logaritmo del rapporto fra due grandezze omogenee.

Il decibel è un'indicazione di scala logaritmica e non deve essere trattato come una normale scala lineare. Qualsiasi grandezza può essere espressa in decibel e quindi in scala logaritmica.

Prendiamo ad esempio una cassa di patate contenente circa 80 patate. In scala lineare la cassa contiene 80 patate, ma se usiamo il decibel (scala logaritmica) il numero cambia secondo la formula sopra indicata:

$$10 \cdot \log \left(\frac{80}{10} \right) = 9 \text{ dB di patate nella cassa}$$

Muovendoci dunque non più con scala lineare, ma con scala logaritmica, una quantità (X), raddoppiata, non è uguale a 2X, ma a X+3 (regola dei 3 dB).



In scala logaritmica l'onda sonora si esprime mediante il suo livello (energetico) L_p secondo la seguente formula:

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{p(t)^2}{p_0^2} \right) \text{ (dB)}$$

dove: $p(t)$ è la pressione sonora dell'istante generico t e p_0 è la pressione di riferimento assunta convenzionalmente pari alla minima pressione udibile (20 μPa).

Semplificando: la pressione sonora udibile varia da 0.00002 Pa a 200 Pa. Il livello di pressione sonora (L_p) espresso in decibel permette di gestire l'intera gamma con numeri interi semplici (da 0 dB a 140 dB).

In termini di frequenze invece la sensibilità dell'orecchio umano varia tra 20 Hz e 20000 Hz circa. Questa gamma di frequenze subisce ovviamente delle variazioni a seconda dell'individuo, della sua storia e della sua attività lavorativa.

Due segnali acustici aventi stessa pressione sonora, ma diversa frequenza, inducono all'orecchio umano una diversa sensazione sonora.

Per ottenere la stessa sensazione sonora un'onda a bassa frequenza deve possedere un'energia più elevata rispetto ad un'onda ad alta frequenza. Le basse frequenze, dunque, disturbano meno a parità di livello.